

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОСТИ ПО ДАННЫМ ГИС (НА ПРИМЕРЕ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГА ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ)

На примере пластов Т и Фм Жуковской и Енапаевской площадей пермского Прикамья дается анализ гистограмм распределения пористости и делается вывод о целесообразности анализа гистограмм и изучения статистического распределения пористости для контроля достоверности петрофизических зависимостей.

При подсчете запасов месторождений нефти и газа пористость возможно оценить либо на основании данных лабораторных исследований керна, либо путем построения петрофизических зависимостей, полученных по данным сопоставления исследований керна с методами геофизических исследований скважин (ГИС). Основным недостатком оценки пористости ($K_{п}$) без привлечения методов ГИС является неполнота определений $K_{п}$ по значительному количеству скважин, для которых отборов керна не производилось. В результате при подобном подходе $K_{п}$ значительных площадей подсчетного месторождения может быть оценена необъективно. Следует заметить, что для территории Пермской области бурение с отбором керна вообще характеризуется недостаточными объемами и неравномерностью, ввиду чего на практике при подсчете запасов гораздо чаще используют определения $K_{п}$ по ГИС.

При определении $K_{п}$ по ГИС следует учитывать, что они всегда опосредованы данными, полученными путем сопоставления методов ГИС с $K_{п}$, установленными по керну. Поэтому нередко встречающееся суждение о том, что коллекторские свойства всегда более достоверно характеризуются методами ГИС, чем керном, нельзя признать верным в принципе. Кроме этого, достоверные количественные оценки $K_{п}$ возможны лишь для интервалов с толщинами не менее 0,8-1 м, часть информации также теряется вследствие отсутствия или некондиционности геофизических исследований. Например, для Жуковской площади при построении зависимости $K_{п}$ от показаний метода акустического каротажа (АК) для пласта ВЗВ4 возможно использовать лишь 31,7% значений исследований керна от общего их количества (52 из 164), для пласта Т - 34,0% (118 из 347), для пласта Фм - 34,0% (71 из 209). Следует заметить, что для менее изученных бурением площадей Пермской области статистические потери геологической информации, как правило, должны быть еще более значимы.

Таким образом, для достоверной оценки пористости необходимо построение методики, обеспечивающей наиболее полное и объективное использование всей геологической информации, как исследований керна, так и ГИС. Для решения этой задачи наиболее удобно использовать гистограммы распределения зна-

чений $K_{П}$, которые являются наиболее наглядным визуальным представлением статистической информации распределения $K_{П}$.

Прежде всего, знание закона распределения $K_{П}$ является необходимым условием использования корреляционных зависимостей типа керн-ГИС. Построение данных зависимостей статистически обоснованно лишь при распределении всех рассматриваемых в статистических моделях параметров согласно нормальному закону распределения (в дальнейшем под близким к нормальному будет пониматься хотя бы симметричность закона распределения). В случае существенного отклонения закона распределения от нормального достоверность полученных моделей резко падает, причем даже в тех случаях, когда зависимости характеризуются достаточно высокими коэффициентами корреляции. Наиболее просто и наглядно близость закона распределения параметров нормальному закону распределения может быть оценена именно путем построения гистограмм распределения $K_{П}$. При статистическом обосновании зависимостей пористости пород от данных ГИС на конечном этапе также необходимо сравнивать гистограммы распределения параметров пористости по данным исследований керна и по данным ГИС. Близость законов распределения (мод, медиан и вида распределения) в этом случае свидетельствует о возможности использования полученных моделей при подсчете запасов.

При недостаточности объема фактического материала для построения самостоятельных достоверных зависимостей отдельно для каждого пласта на практике приходится пользоваться зависимостями, построенными либо для соседних с исследуемым месторождений (площадей), либо для других пластов исследуемого месторождения. Обязательным условием при этом является однородность рассматриваемых свойств объектов, т.е. литология и коллекторские характеристики исследуемого и сопоставляемого с ним пластов должны быть в целом близки. Такое обоснование должно проводиться, прежде всего, по данным исследований керна, так как только по керну возможно наиболее объективно определить литологию пород и их истинные коллекторские свойства. Близость свойств объектов здесь также оценивается путем взаимного сравнения характерных для них законов распределения.

Такой подход использовался при оценке пористости ряда месторождений юга Пермской области, для которых построены гистограммы распределения $K_{П}$ по данным исследований керна. При анализе оценивалось распределение $K_{П}$ по следующим подсчетным объектам: пласты К, Пд, ВЗВ4, Бш, Т, Фм Жуковской площади; пласты ВЗВ4, Бш, Т Павловской площади; пласты ВЗВ4, Бш, Т, Фм Енапаевской площади; пласты ВЗВ4, Бш, Т Забродовской площади. Для большинства рассмотренных объектов распределение пористости характеризуется законом, близким к нормальному закону распределения. Для всех карбонатных пластов, для которых распределение значений пористости близко к нормальному закону, характерен однородный тип литологии. Практически все образцы для них представлены известняками близкого литологического состава, с незначительным присутствием доломитизированных образцов.

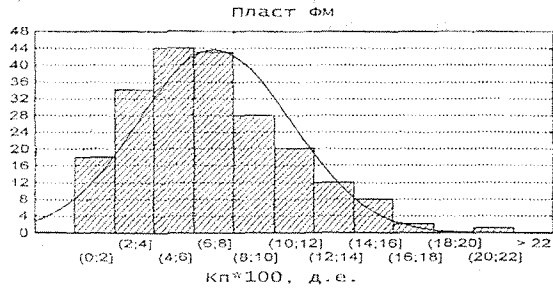
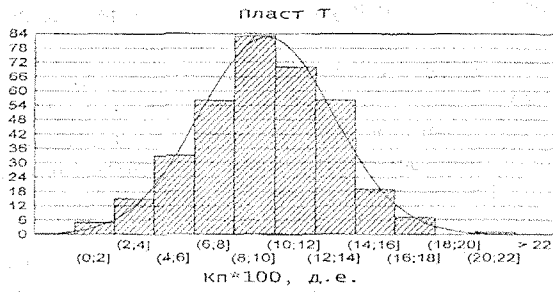
Отличным от нормального законом распределения пористости, со смещением плотности распределения в сторону низких значений $K_{П}$, характеризуются

пласт Пд Жуковской площади, а также пласты Фм Енапаевской и Жуковской площадей. Также отлично от нормального распределение пористости для пласта Бш Павловской площади. Вышеуказанные распределения $K_{п}$ более близки к χ^2 - или F -распределениям, что свидетельствует о взаимном наложении нескольких независимых законов распределения. Существенно отличаются от нормального также распределения пористости для пластов ВЗВ4 и Бш Забродовской площади. Для пласта ВЗВ4 наблюдается двумодальное распределение пористости с модами в интервалах 4-6 и 10-14%, а для пласта Бш - модальное значение пористости (10-12%) смещено в сторону высоких значений $K_{п}$.

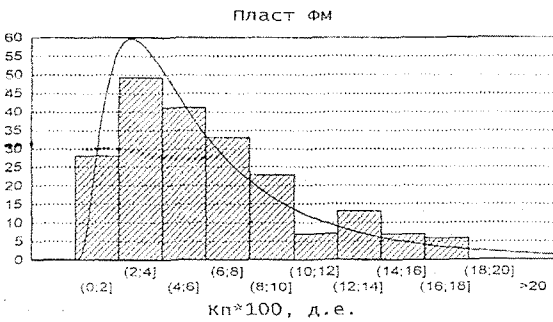
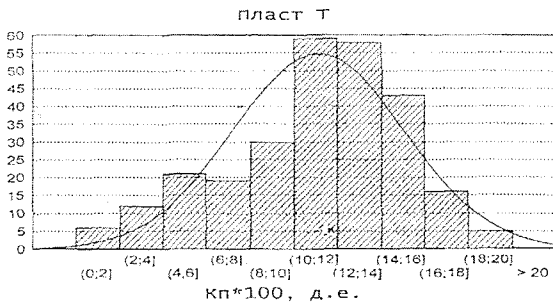
Анализ характера литологии показал, что для карбонатных пород распределение пористости, отличное от нормального, характерно, как правило, для пластов неоднородного литологического состава, а распределения, более близкие к логнормальному, наблюдаются для пластов, характеризующихся переслаиванием известняков и доломитов. В результате анализа установлено, что наибольшее отклонение закона распределения пород от нормального характерно для наиболее неоднородных по литологии пластов Пд Жуковской и Фм Енапаевской площадей. Для них содержание образцов, представленных доломитами соответственно равно 57 и 26%. Для пластов Фм Жуковской и Бш Павловской площадей, где содержание доломитов составляет 17%, закон распределения $K_{п}$ уже существенно ближе к нормальному. Следует заметить, что подавляющее большинство доломитов в вышеуказанных пластах характеризуются пониженными значениями пористости по керну.

Таким образом, для пластов с существенным присутствием доломитов «в идеале» более достоверные оценки должны быть получены при построении отдельных зависимостей для доломитов и известняков. Однако на практике такой подход почти всегда неприемлем, ввиду того, что при отсутствии данных керна только по геофизическим данным нельзя достоверно определить, является порода доломитом или известняком. Несоответствие закона распределения пористости нормальному закону показывает снижение достоверности зависимостей, построенных для определения пористости по ГИС, и предостерегает от включения данных пластов в обобщенные зависимости с пластами, для которых характерен нормальный закон распределения $K_{п}$.

Весьма показателен пример использования для практических задач гистограмм распределения для пластов Т и Фм Жуковской и Енапаевской площадей (рисунок). Для пласта Т, в обоих случаях литологически представленного только известняком, характерно распределение пористости, близкое к нормальному, с модой в интервале $K_{п}$ 8-10% для Жуковской площади (рисунок,а) и 10-14% для Енапаевской площади (рисунок,б). Для пласта Фм распределение пористости согласуется с нормальным законом распределения значительно хуже. Это, как было показано выше, связано с доломитизацией пород. Причем доломитизация пород постепенно снижается с увеличением $K_{п}$. Так, например, для Жуковской площади в интервале $K_{п}$ от 0 до 2% содержание доломитов составляет 45%, от 2 до 4% - 27%, от 4 до 6% - 16% и т. д. Модальные значения для пласта Фм значительно



а



б

Рис. Гистограммы распределения значений K_p для пластов Т и ФМ Жуковской (а) и Еянаевской (б) площадей

смещены в сторону низких значений K_{Π} (соответственно 4-6% для Жуковской и 2-4% для Енапаевской площадей).

Таким образом, выполненное сопоставление гистограмм распределения пластов Т и Фм Жуковской и Енапаевской площадей позволяет сделать следующие важные практические выводы:

- пласты Т и Фм характеризуются различным видом распределения значений K_{Π} , ввиду чего использовать для них обобщенные петрофизические зависимости нецелесообразно;

- близость распределения K_{Π} нормальному закону для пласта Т свидетельствует о возможности использования при оценке K_{Π} данных ГИС. При этом ввиду значительно большей массовости определений по ГИС, чем по керну, использование геофизической информации при оценке K_{Π} здесь существенно предпочтительнее;

- несоответствие закона распределения K_{Π} для пласта Фм нормальному закону, особенно для Енапаевской площади, значительно снижает достоверность статистических зависимостей K_{Π} от ГИС. В случае достаточно равномерного охвата территории бурением с отбором керна обоснование значений K_{Π} при подсчете запасов более целесообразно производить на основании исследований керна. Поэтому для пласта Фм Енапаевской площади в подобных случаях роль методов ГИС, главным образом, должна сводиться к выделению проницаемых пропластков.

Таким образом, анализ гистограмм распределения пористости, полученных по данным исследований керна, является важным элементом при контроле достоверности петрофизических зависимостей. Следует заметить, что необходимость такого контроля еще более возрастает для относительно новых площадей, где объемов исследований керна недостаточно для построения самостоятельных зависимостей K_{Π} от ГИС. В подобной ситуации анализ гистограмм распределения параметров по данным керна и ГИС должен являться одной из основных составляющих принятия геолого-статистических решений. С учетом последнего соображения для оперативного анализа коллекторских свойств новых площадей необходимо иметь банк данных исследований керна и ГИС для всей территории Пермской области.

Получено 14.01.2000